

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1000 U.S. PTO  
10/056258  
01/24/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年11月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-350133

出 願 人

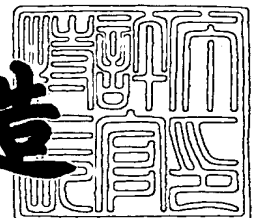
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2001年12月 7日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3107266

【書類名】 特許願

【整理番号】 20010495

【提出日】 平成13年11月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01P 1/32

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
株式会社村田製作所内

【氏名】 中川 泰弘

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
株式会社村田製作所内

【氏名】 長谷川 隆

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
株式会社村田製作所内

【氏名】 川浪 崇

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
株式会社村田製作所内

【氏名】 村井 嘉浩

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100084548

【弁理士】

【氏名又は名称】 小森 久夫

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 17148

【出願日】 平成13年 1月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013550

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非可逆回路素子の製造方法、非可逆回路素子および通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心導体、該中心導体に近接するフェライトコア、および該フェライトコアに静磁界を印加する永久磁石を金属ケース内に備えた非可逆回路素子の製造方法であって、

前記金属ケースにレーザ光を照射してマーキングするマーキング工程を有する非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 2】 前記マーキング工程の後に非可逆回路素子全体を加熱する加熱工程を有する請求項 1 に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 3】 前記加熱工程の前段階に、前記永久磁石を着磁もしくは前記永久磁石を減磁する磁力調整工程を有する請求項 1 または 2 に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 4】 前記加熱工程が、前記マーキングによる汚れの除去と、前記永久磁石の熱減磁とを兼ねた、請求項 2 または 3 に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 5】 前記加熱工程における加熱温度が 1 1 0 ℃ ～ 2 1 0 ℃ の範囲である請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 6】 前記加熱工程の前段階に、非可逆回路素子を構成する部品の接合部に半田ペーストを塗布する工程を有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 7】 前記加熱工程における加熱温度が 2 1 0 ℃ ～ 3 1 0 ℃ の範囲である請求項 6 に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 8】 前記金属ケースを上部ヨークおよび下部ヨークの二つで構成し、上部ヨークと下部ヨークとの組立前に、前記マーキング工程で前記上部ヨークにマーキングを行う、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 9】 前記マーキング工程でレーザ光を連続照射してマーキングする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 1 0】 前記マーキング工程でレーザ光をパルス照射してマーキングする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 1 1】 前記レーザ光の波長が  $10\ \mu\text{m}$  以下である請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 1 2】 前記レーザ光が Y A G レーザまたは Y V O<sub>4</sub> レーザである請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子の製造方法。

【請求項 1 3】 中心導体、該中心導体に近接するフェライトコア、および該フェライトコアに静磁界を印加する永久磁石を、金属ケース内に備えた非可逆回路素子において、

前記金属ケースの表面に銀の層を含む被膜層を備え、該被膜層にレーザ光の照射によるマークが形成された非可逆回路素子。

【請求項 1 4】 前記銀の層の下地として、ニッケルまたは銅の層を形成した請求項 1 3 に記載の非可逆回路素子。

【請求項 1 5】 前記被膜層の総厚が  $3\ \mu\text{m}$  以上である請求項 1 3 または 1 4 に記載の非可逆回路素子。

【請求項 1 6】 前記銀の層の表面をニッケルの層とした請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子。

【請求項 1 7】 請求項 1 3 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の非可逆回路素子を備えた通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マイクロ波帯などで使用されるアイソレータやサーキュレータなどの非可逆回路素子、その製造方法、およびその非可逆回路素子を備えた通信装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の非可逆回路素子にマーキングを行う方法について、図 1 2、図 1 3 を参照して説明する。

【 0 0 0 3 】

図 1 2 は非可逆回路素子の製造工程フロー図である。

図 1 3 の ( a ) は捺印による作業の概念図であり、 ( b ) は印判正面図であり、 ( c ) は印字拡大図である。

図 1 2 に示すように、非可逆回路素子は順次工程を経て特性測定後に、品番、ロット番号等を印刷して、出荷検査へ送られる。印刷工程としては、捺印、転写、スクリーン印刷、インクジェット印刷等が用いられる。

【 0 0 0 4 】

ここで、捺印による印刷について、図 1 3 の ( a ) を参照して説明する。

特性検査合格の非可逆回路素子は所定の位置に置かれ、予め表面にインクをつけた印判で非可逆回路素子表面の所定の位置に、品番、ロット番号等を印字する。印字したインクは加熱することにより、乾燥して硬化させる。そして、完成品は次工程の出荷検査に送られる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このような従来の構造の非可逆回路素子においては、次に述べる解決すべき課題があった。

【 0 0 0 6 】

印判を用いてインクを捺印をする方法では、インクの粘度が時間、作業環境の温度により変化し、同一印刷条件で印刷しても印字状態がばらつく。また、長時間捺印を繰り返すと、印判が摩耗し、印字状態がばらつく。

【 0 0 0 7 】

転写、スクリーン印刷法においても同様に、インクの粘度およびスクリーンの摩耗、摩滅の影響をうけ、印字がばらつく。また、これらの方法では、予め原版が必要であり、製品の種類が増えるとそれに伴い、原版の数が増えてしまい、保管場所が大きくなるとともに、版管理が煩雑になってしまう。

【 0 0 0 8 】

また、押しつけて印字する方法では、非接触の印字方法に比べ、印判や転写版などの原版の摩耗が激しく、寿命が短くなってしまうため、副材料コストが増加

してしまう。

【0009】

更に、インクを用いるため、印字作業環境が汚染され、非可逆回路素子の逆汚染が発生する場合がある。

【0010】

また、ゴムを使用した版では、版自体の文字の成形は線幅  $50\ \mu\text{m}$  程度まで可能であるが、印字する際に印刷面に押しつけるように接触させなければならず、印字が潰れるために文字の線幅は  $100\ \mu\text{m}$  程度が最小となる。

【0011】

この場合、文字の最小印字寸法は、図13の(c)に示すように、 $0.6 \times 0.4\ \text{mm}$  程度となってしまう、これ以下の寸法の文字は印字できない。このため、非可逆回路素子を小型化した場合、それまでのサイズの場合と同じ内容を印字できないこともあり、文字数を減らさなければならなくなる。

【0012】

しかし、文字数を減らした場合、製品情報の量が減少してしまうこととなり、以下に示す問題が発生する。

【0013】

すなわち、ロットの文字数を減らした場合には、1ロットあたりの製品数が増加してしまい、次工程や、通信装置に搭載後に不良が発生した時にスクリーニング等の作業の負荷が増加してしまう。また、品名の文字数を減らした場合には、品種の識別ミスの発生する可能性が高くなり、他品種混入等の問題が発生するおそれが生じる。特に非可逆回路素子は、同一の外形でありながら、使用される周波数帯のみが異なる品種が数多く存在するために、マーキングを除けば、外形等の外観での識別がつかない場合が多くなる。

【0014】

一方、インクジェット印刷方式では、原版がいらず非接触のため、生産コストは抑えられるが、インクの飛び散り等の汚れが頻発する。

【0015】

また、インクの噴射ノズルが常時汚れてしまい、清掃やメンテナンスが頻繁に

必要である。

【 0 0 1 6 】

また、インクジェット印刷方式も、インクを飛散させて印字することから印字の分解能があり、非可逆回路素子を小型化した場合に、捺印方式等と同様に文字の大きさに限界がある。

【 0 0 1 7 】

この発明の目的は、小型でありながら、十分な量の製品情報を鮮明にマーキングした、高信頼性の非可逆回路素子を安価に製造すること、およびその非可逆回路素子と、それを備えた通信装置を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、非可逆回路素子の金属ケースにレーザ光を用いてマーキングする工程を有して非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、この発明は、レーザ光によるマーキング工程の後に非可逆回路素子全体を加熱する工程を有して非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、この発明は、加熱工程の前段階に、永久磁石を着磁もしくは前記永久磁石を減磁する磁力調整工程を有して非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、この発明は、レーザ光照射によるマーキング工程の後に、熱減磁とマーキングによる汚れの除去とを兼ねる非可逆回路素子全体を加熱する工程を有して非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、この発明は、前記加熱工程における加熱温度を  $110^{\circ}\text{C} \sim 210^{\circ}\text{C}$  の範囲として非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、この発明は、加熱工程の前段階に、非可逆回路素子を構成する部品の接



合部に半田ペーストを塗布する工程を有して非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、この発明は、前記半田塗布工程を含む場合の加熱工程における加熱温度を  $210^{\circ}\text{C} \sim 310^{\circ}\text{C}$  の範囲として非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、この発明は、金属ケースが上部ヨークおよび下部ヨークの二つで構成されており、上部ヨークと下部ヨークとの組立て前に前記上部ヨークにレーザ光を用いてマーキングを行って非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、この発明は、レーザ光を連続照射してマーキングすることにより非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、この発明は、レーザ光をパルス照射してマーキングすることにより非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、この発明は、レーザ光の波長を  $10\ \mu\text{m}$  以下にして非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、この発明は、レーザ光を YAG レーザまたは  $\text{YVO}_4$  レーザによるものとして非可逆回路素子を製造することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

また、この発明は、金属ケースまたは、前記上部、下部の二つのヨークの表面に銀の層を含む被膜層を形成し、被膜層にレーザ光の照射によるマークを形成して非可逆回路素子を構成することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

また、この発明は、銀の層の下地として、ニッケルまたは銅の層を形成して非可逆回路素子を構成することを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

また、この発明は、被膜層の総厚を  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上として非可逆回路素子を構成することを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

また、この発明は、銀の被膜層の表面をニッケルの層として非可逆回路素子を構成することを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また、この発明は、前記いずれかの非可逆回路素子を備えて通信装置を構成することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子およびその製造方法を図 1 ～図 7 を参照して説明する。

【 0 0 3 6 】

図 1 は非可逆回路素子の製造フロー図である。

図 2 は非可逆回路素子の分解斜視図である。

図 2 において、1 は樹脂ケース、2 は金属ケースの一部である下部ヨーク、3 は金属ケースの一部である上部ヨーク、4 はフェライト、5 は中心導体、6 は永久磁石、7 はスペーサ、8 はアース端子、9 は入出力端子、R は抵抗器、C はコンデンサである。

【 0 0 3 7 】

ここで、下部ヨーク 2 および上部ヨーク 3 の表面には、ニッケル (Ni) または銅 (Cu) を下地メッキして、その上に銀 (Ag) をメッキしている。

このことにより、各ヨークの銀メッキ膜に表皮電流が流れ、アース電流の導体損失が抑えられる。また、ニッケルメッキ膜または銅メッキ膜を下地メッキにすることにより、母材である鉄へ直接に銀をメッキするよりも固着力が増し、信頼性が向上する。ここで、表皮電流は金属ケースの表面から  $0.5\text{ }\mu\text{m}$  ～  $5\text{ }\mu\text{m}$  の深さに流れるため、銀メッキの厚みを  $1\sim 10\text{ }\mu\text{m}$  程度とすることにより、アース電流の導体損失が抑えられる。なお、ニッケルメッキおよび銅メッキの厚みは

固着力を向上させるものであるもので、厚みは0.1～2  $\mu$ m程度あればよい。

【0038】

次に、非可逆回路素子の製造工程について、図1に示した順に説明する。

〈組み立て〉

まず内部構成部品の組み立てを行う。図2に示すように、樹脂ケース1と下部ヨーク2とは一体形成されており、アース端子8と入出力端子9が備えられている。樹脂ケース1の中には、互いに所定の角をなすように中心導体5を配したフェライト4と、このフェライト4に静磁界を印加する永久磁石6とを、スペーサ7を挟んで配する。また、整合素子としてのコンデンサCおよび終端抵抗としての抵抗器Rは、中心導体5と接続して樹脂ケース1内に配する。この状態で、上部ヨーク3を下部ヨーク2に被せて金属ケースを形成し、全体として非可逆回路素子を組み立てる。

【0039】

〈内部半田半田付け〉

次に、全体の加熱により、中心導体5、コンデンサC、抵抗器R、アース端子8および入出力端子9をそれぞれ半田接合する。

【0040】

〈磁力調整〉

次に、永久磁石（以下、単に「磁石」という。）に着磁もしくは磁石を減磁をし、最終的に所望の特性が得られるように磁力調整（特性調整）を行う。

【0041】

〈レーザーマーキング〉

このように非可逆回路素子を組み立てた状態で、上部ヨーク3の表面にレーザー光を連続照射してマーキングを行い、図3に示すようなロット番号等の製品情報を記載する。

【0042】

図3（a）はレーザーマーキング後の非可逆回路素子の外観斜視図、（b）は上面図、（c）はマーキング文字の拡大図である。

レーザー光によるマーキングでは、レーザー光の径が $10\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ であり、この光を照射することにより、表面には $30\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の溝が形成される。この溝を用いて英数字を記載することにより、図3に示すように、少なくとも $300\times 200\mu\text{m}$ 程度のマーキング文字の印字が可能となる。

## 【0043】

このことにより、非可逆回路素子を小型化しても、文字数を減らすことなく、非可逆回路素子に製品情報等を記載できる。

## 【0044】

一方、レーザー光は金属表面で反射するという問題がある。

図4は、レーザー光の波長と各金属表面の反射率との関係図である。

図4に示すように、レーザー光の波長が $10\mu\text{m}$ を超えると各金属表面での反射率が高くなり、金属に吸収されるエネルギーが著しく低下し、マーキング効率が悪化する。よって、レーザー光の波長は $10\mu\text{m}$ 以下とする必要がある。

## 【0045】

また、 $\text{CO}_2$  レーザの波長は $10.6\mu\text{m}$ であり、効率が良くない。しかし、YAGレーザおよび $\text{YVO}_4$  レーザは、波長が $1.06\mu\text{m}$ であり、効率良くレーザマーキングが行える。また、YAGレーザや $\text{YVO}_4$  レーザは、その2倍高調波、3倍高調波、および4倍高調波である $0.532\mu\text{m}$ 、 $0.355\mu\text{m}$ 、および $0.266\mu\text{m}$ の波長の光が利用できるため、さらに効率良くマーキングができる。

## 【0046】

このことにより、レーザー光によるマーキング効率が向上し、レーザの出力を抑制でき、小さな電力量でマーキングできる。

## 【0047】

ところで、銀メッキ表面にレーザマーキングを行った場合、その溝の深さは、 $\pm 1\mu\text{m}$ 程度の誤差を生じる。したがって、銀メッキ表面にレーザマーキングを行うには、最低 $2\mu\text{m}$ の深さを基準として、マーキングしなければならない。

## 【0048】

一方、マーキングによる溝が深すぎ、母材の鉄が露出してしまうと、露出部よ

り錆が生じてしまい、信頼性が低下する場合がある。

【 0 0 4 9 】

ここで、レーザマーキングにより形成される溝深さの例を図 5 に示す。図 5 の (a) はレーザマーキングの深さが銀メッキ層でおさまっている上部ヨークの部分断面図であり、(b) はレーザマーキングの深さが母材の鉄にまで達している上部ヨークの部分断面図である。

【 0 0 5 0 】

よって、基準の溝深さを  $2\ \mu\text{m}$  として、母材が露出しないためには、 $3\ \mu\text{m}$  以上のメッキ層が必要となる。

【 0 0 5 1 】

図 6 は波長  $1.06\ \mu\text{m}$  の YAG レーザを  $3\text{W}$  にて銀メッキ表面に照射した時間と溝深さの関係図である。

【 0 0 5 2 】

この関係図における深さは実験により求められた平均値であり、実際には  $1\ \mu\text{m}$  程度のばらつきを含んでいる。従って、 $2 \pm 1\ \mu\text{m}$  の溝を形成するには、照射時間を約  $0.6$  秒とする必要がある。これは現状の設備で制御可能であるため、安定してマーキングが行え、信頼性の高い非可逆回路素子が構成できる。

【 0 0 5 3 】

< エージング (加熱工程) >

次に、マーキングを行った非可逆回路素子を、加熱エージングする。

図 7 の (a) はレーザマーキング直後の非可逆回路素子の上面図、(b) は物理的方法でクリーニングした非可逆回路素子の上面図、(c) はレーザマーキング後に加熱した非可逆回路素子の上面図である。

【 0 0 5 4 】

図 7 の (a) の示すように、銀メッキを行った上部ヨーク 3 にレーザマーキングを行うと、マーキング部周囲の表面に黒色の汚れが発生する。このため、マーキング文字の識別が難しくなる場合がある。これを除去する方法として、金属ブラシおよび樹脂ブラシ等で物理的に除去する方法があるが、図 7 の (b) に示すように、黒色汚れが部分的に残ってしまい除去しきれない。一方、マーキング後

に熱エージング（加熱）すれば、図 7 の（c）に示すように、この黒色汚れが除去できる。

## 【 0 0 5 5 】

また、非可逆回路素子は、熱履歴により磁力が変化し、特性が初期状態から変化する熱減磁という現象が生じる。熱減磁が、非可逆回路素子を搭載した通信装置で起こると、通信装置の特性も劣化してしまう。熱減磁は、一度熱減磁を起こした温度範囲であれば再発しない。よって、非可逆回路素子を製造する工程に、加熱エージングした後、に所望の特性となるように予め磁力調整を行い、加熱エージングをすることにより、使用環境以上の熱履歴を行っておき、所望の特性を維持する。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、熱減磁を起こさせる熱エージングとレーザーマーキングの黒色汚れを除去する熱エージングとを兼用することにより、一工程を省き、設備の共通化や工程リードタイムを削減する。このことにより、低コストで高信頼性の非可逆回路素子を製造する。

## 【 0 0 5 7 】

黒色汚れの主原因は、酸化銀であり、160℃以上の加熱を行えば、完全に除去できるが、実験的に110℃以上であれば、除去効果が現れる。

## 【 0 0 5 8 】

一方、非可逆回路素子の内部半田には、高温半田が用いられており、融点は220～240℃である。このため、熱エージング工程の前段階で半田接合の加熱を行った場合には、該熱エージング工程で半田が再溶融し、接合部がはずれたり、接合部がはずれないまでも、半田中の錫が接合金属内に拡散して、もろい合金層が形成され、接合部の強度が劣化するなど信頼性が低下することから、熱エージング温度は210℃以下とする。よって熱エージング温度は110℃～210℃の範囲とする。

## 【 0 0 5 9 】

## ＜特性チェック＞

完成した非可逆回路素子の電気的特性をチェックし、良品・不良品の選別を行

う。

【 0 0 6 0 】

〈出荷検査〉

最終的な出荷検査を行う。

【 0 0 6 1 】

次に、第 2 の実施形態に係る非可逆回路素子の製造方法について、図 8 を参照して説明する。

【 0 0 6 2 】

図 8 は非可逆回路素子の製造フロー図である。

ここで、非可逆回路素子の全体の構成は、第 1 の実施形態に示した非可逆回路素子と同じである。

【 0 0 6 3 】

この第 2 の実施形態では、内部半田塗布工程で、図 8 に示すように、構成部品は組み立てられ、半田接合を行う部分に、ディスペンサ等を用い半田ペーストを塗布する。

【 0 0 6 4 】

次に、磁石に着磁もしくは磁石を減磁をし、最終的に所望の特性が得られるように磁力調整（特性調整）を行い、ロット番号等の製品情報をレーザ光にてマーキングする。

【 0 0 6 5 】

その後、エージングのための加熱工程により、第 1 の実施形態に示したように、熱減磁とレーザマーキングの汚れ除去を同時に行うとともに、半田加熱（リフロー）をも同時に行う。

【 0 0 6 6 】

ここで、半田リフローの条件として、半田の融点  $220^{\circ}\text{C} \sim 240^{\circ}\text{C}$  を一定時間維持し、接合部の加熱温度が最高値  $250 \sim 270^{\circ}\text{C}$  とする必要がある。この条件を達成するには、非可逆回路素子の表面温度を最高値  $310^{\circ}\text{C}$  程度としなければならない。一方で非可逆回路素子の温度が  $310^{\circ}\text{C}$  を超えると樹脂ケースが変形する場合がある。このため、加熱温度は  $310^{\circ}\text{C}$  以下とする。一方、加熱温度

が 2 1 0℃よりも低くなると半田は溶融せず、半田ペースト内に不純物が残るなどの不具合が発生し、接合不良が生じるおそれがある。よって、加熱温度は 2 1 0℃～3 1 0℃の範囲とする。

【 0 0 6 7 】

前述の工程を経た非可逆回路素子は、特性チェック、出荷検査を行い完成となる。

【 0 0 6 8 】

次に、第 3 の実施形態に係る非可逆回路素子の製造方法について、図 9 を参照して説明する。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、レーザマーキング文字の拡大図である。

図 9 に示したレーザマーキングは、レーザ光をパルス照射したものであり、他の工程については、第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子の製造方法と同じである。

【 0 0 7 0 】

この工程とすることにより、レーザ光の照射電力が減少でき、安価に非可逆回路素子が製造できる。

【 0 0 7 1 】

次に、第 4 の実施形態に係る非可逆回路素子の構成について、図 1 0 を参照して説明する。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 は非可逆回路素子の金属ケースの一部である上部ヨークの部分断面図である。

図 1 0 に示すように、銀メッキの表面に、更にニッケルメッキを施したものであり、他の構成は、第 1 の実施形態に示した非可逆回路素子と同様である。

【 0 0 7 3 】

ニッケルメッキは、その厚さを表皮深さより薄い 0. 1 ～ 1. 0  $\mu$  m 程度としている。このことにより、アース電流は、表面のニッケル層よりもその下の銀メッキ層を主に流れるために、導体損失が抑えられる。



## 【 0 0 7 4 】

また、前述の第 1 の実施形態に示した図 4 より、ニッケルは波長 1  $\mu$ m 程度の光の反射率が銀に比べて低い。このため、レーザ光のエネルギーを効率よく吸収でき、より低出力でレーザマーキングが行える。

## 【 0 0 7 5 】

次に、第 5 の実施形態に係る通信装置の構成を図 1 1 を参照して説明する。図 1 1 において、ANT は送受信アンテナ、DPX はデュプレクサ、BPF a, BPF b, BPF c はそれぞれ帯域通過フィルタ、AMP a, AMP b はそれぞれ増幅回路、MIX a, MIX b はそれぞれミキサ、OSC はオシレータ、DIV は分配器、ISO はアイソレータである。

## 【 0 0 7 6 】

MIX a は入力された IF 信号と、DIV から出力された信号を混合し、BPF a は MIX a からの混合出力信号のうち送信周波数帯域のみを通過させ、AMP a はこれを電力増幅し、アイソレータ ISO および DPX を介し ANT より送信する。アイソレータ ISO は、DPX 等からの AMP a への反射信号を阻止して、AMP a での歪みの発生を防止する。AMP b は DPX から取り出した受信信号を増幅する。BPF b は AMP b から出力される受信信号のうち受信周波数帯域のみを通過させる。MIX b は、DIV から BPF c を介して出力された周波数信号と受信信号とをミキシングして中間周波信号 IF を出力する。

## 【 0 0 7 7 】

図 1 1 に示したアイソレータ ISO 部分として、第 1 ～第 4 の実施形態で示したアイソレータを用いる。

## 【 0 0 7 8 】

## 【発明の効果】

この発明によれば、非可逆回路素子の金属ケースにレーザ光を用いてマーキングすることにより、非可逆回路素子を小型化しても製品情報を減らすことなく、高精度かつ安価に印字することができる。

## 【 0 0 7 9 】

また、この発明によれば、レーザ光によるマーキング工程の後に、非可逆回路

素子全体を加熱することにより、前記マーキングによる汚れを除去することができ、黒色汚れの問題が解消できる。

【 0 0 8 0 】

また、この発明によれば、加熱工程の前段階である磁力調整工程で、永久磁石を着磁もしくは前記永久磁石を減磁しておくので、その後の加熱工程で熱減磁を容易に行うことができる。

【 0 0 8 1 】

また、この発明によれば、レーザ光によるマーキング工程の後の加熱工程で、熱減磁とともにレーザマーキングによる汚れを除去することができる。これにより、少ない工程数で熱減磁による磁力調整と、マーキング文字の鮮明化を行うことができる。

【 0 0 8 2 】

また、この発明によれば、加熱工程の前段階に、磁石に着磁もしくは磁石を減磁する磁力調整工程を有し、その加熱温度を  $110^{\circ}\text{C}$  ～  $210^{\circ}\text{C}$  の範囲とすることにより、更に精度よく、所定の磁力を得ることができ、且つマーキングによる汚れを除去することができ、高信頼性の非可逆回路素子が製造できる。

【 0 0 8 3 】

また、この発明によれば、加熱工程の前段階に、非可逆回路素子を構成する部品を半田接合する工程を有し、その加熱温度を  $210^{\circ}\text{C}$  ～  $310^{\circ}\text{C}$  とすることにより、半田溶融工程と加熱による熱減磁の防止およびマーキング汚れを除去する工程とを兼用でき、簡易で安価に非可逆回路素子が製造できる。

【 0 0 8 4 】

また、この発明によれば、金属ケースが上部ヨークおよび下部ヨークの二つで構成されており、前記上部ヨークにレーザ光を用いてマーキングを行うことにより、部品組立以前にマーキングを行うことができ、マーキング工程の位置を状況に応じて変えることができる。

【 0 0 8 5 】

また、この発明によれば、レーザ光を連続照射してマーキングすることにより、マーキング文字が小型化しても鮮明にマーキングを行うことができる。

【 0 0 8 6 】

また、この発明によれば、レーザ光をパルス照射してマーキングすることにより、マーキングに要する電力量を少なくでき、安価に非可逆回路素子が製造できる。

【 0 0 8 7 】

また、この発明によれば、レーザ光の波長を  $10\mu\text{m}$  以下にすることにより、金属ケース表面での反射が低減し、高効率にレーザマーキングを行うことができる。

【 0 0 8 8 】

また、この発明によれば、レーザ光を YAG レーザまたは  $\text{YVO}_4$  レーザとすることにより、レーザ光の波長が  $1.0\mu\text{m}$  程度であるため、金属ケース表面での反射が低減し、高効率にレーザマーキングを行うことができる。

【 0 0 8 9 】

また、この発明によれば、金属ケースの表面に銀の層を含む被膜層を形成し、該被膜にレーザ光の照射によるマーキングを形成したことにより、損失が少なく小型で高信頼性の非可逆回路素子を、安価で容易に構成できる。

【 0 0 9 0 】

また、この発明によれば、銀の被膜層の下地として、ニッケルまたは銅を被膜することにより、母材金属の鉄、下地金属のニッケルまたは銅、および銀とのそれぞれの固着力が増加し、高信頼性の非可逆回路素子を構成することができる。

【 0 0 9 1 】

また、この発明によれば、被膜層の総厚を  $3\mu\text{m}$  以上とすることにより、レーザマーキングによる溝の深さを被膜層内でおさめることができるため、母材金属を防錆でき、高信頼性の非可逆回路素子を構成することができる。

【 0 0 9 2 】

また、この発明は、銀の被膜層の表面にニッケルの被膜層を形成することにより、レーザマーキングの効率が良く、損失の少ない非可逆回路素子を構成することができる。

【 0 0 9 3 】

また、この発明によれば、前記いずれかの非可逆回路素子を備えることにより、損失が少なく小型で高信頼性の通信装置を安価に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子の製造フロー図

【図 2】 第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子の分解斜視図

【図 3】 第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子の外観斜視図、上視図、およびマーキング文字拡大図

【図 4】 レーザ光の波長と金属表面の反射率の関係図

【図 5】 第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子の金属ケースの部分断面図

【図 6】 レーザ光照射時間と溝の深さの関係図

【図 7】 第 1 の実施形態に係る非可逆回路素子のレーザマーキング後の上面図

【図 8】 第 2 の実施形態に係る非可逆回路素子の製造フロー図

【図 9】 第 3 の実施形態に係る非可逆回路素子のマーキング文字の拡大図

【図 1 0】 第 4 の実施形態に係る非可逆回路素子の部分断面図

【図 1 1】 第 5 の実施形態に係る通信装置のブロック図

【図 1 2】 従来の非可逆回路素子の製造フロー図

【図 1 3】 従来のマーキング工程の作業概念図、印判正面図、および、印字拡大図

【符号の説明】

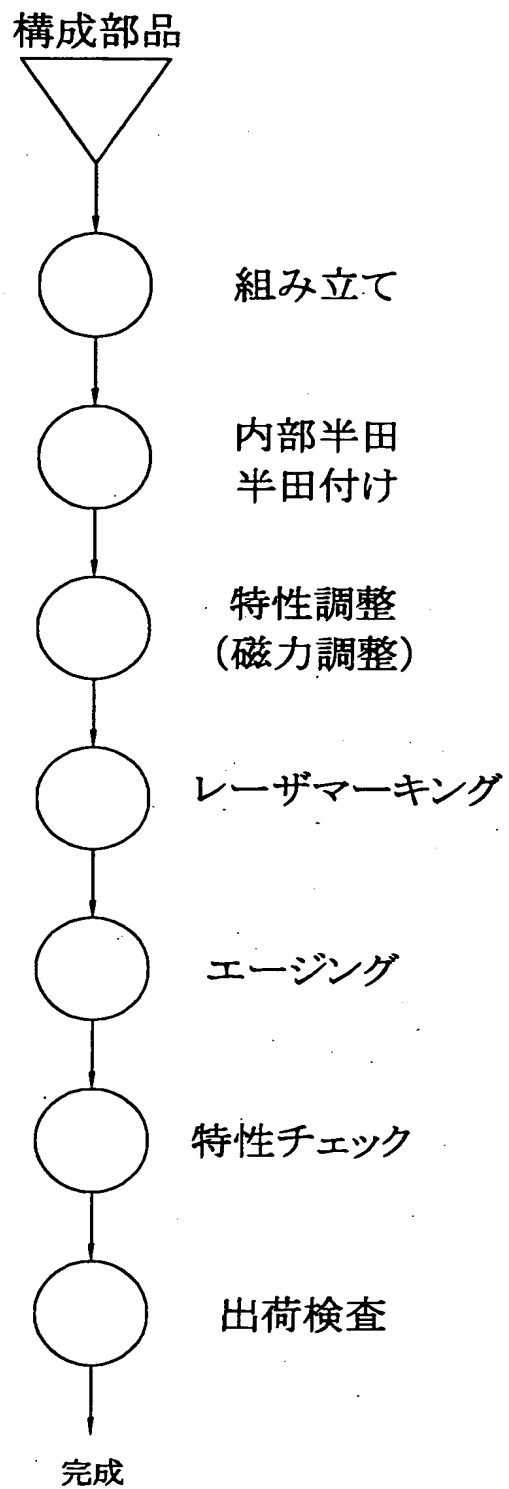
- 1 - 樹脂ケース
- 2 - 下部ヨーク
- 3 - 上部ヨーク
- 4 - フェライト
- 5 - 中心導体
- 6 - 永久磁石
- 7 - スペーサ
- 8 - アース端子
- 9 - 入出力端子

R - 抵抗器

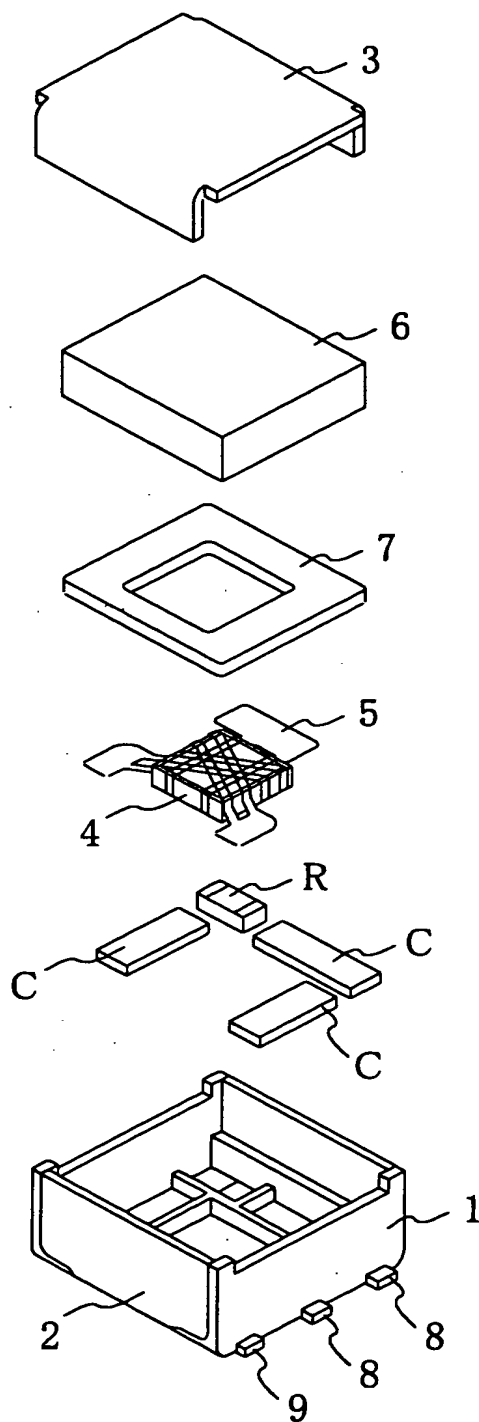
C - コンデンサ

【書類名】 図面

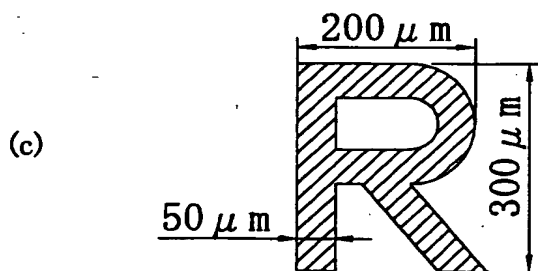
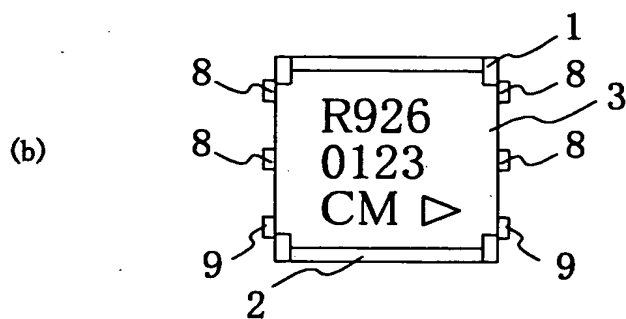
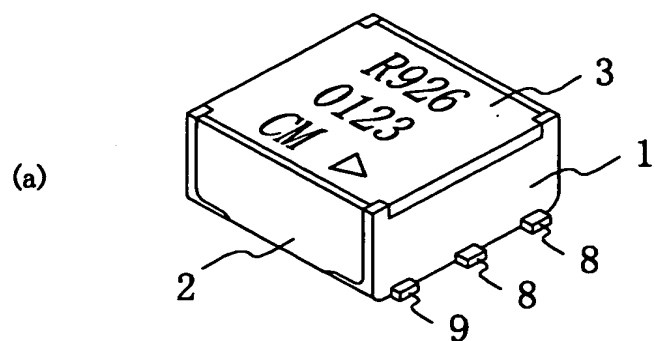
【図 1】



【図 2】

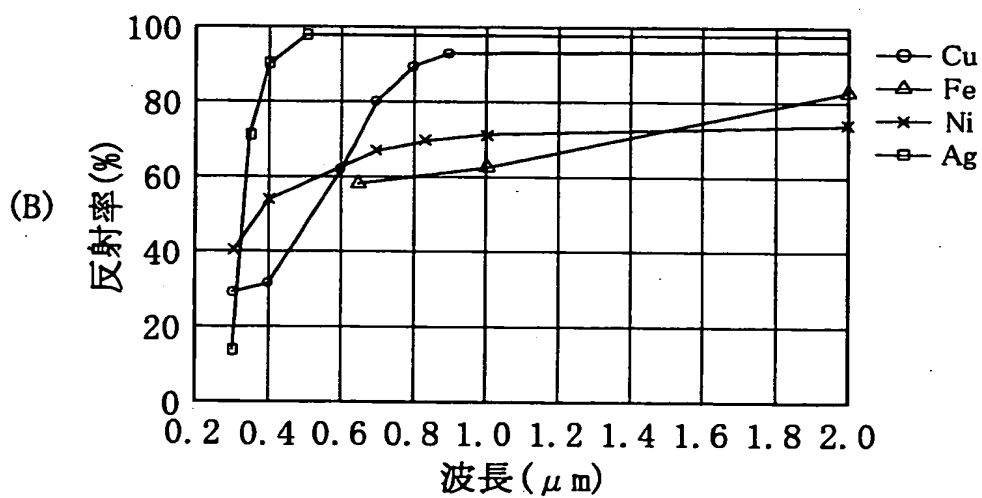
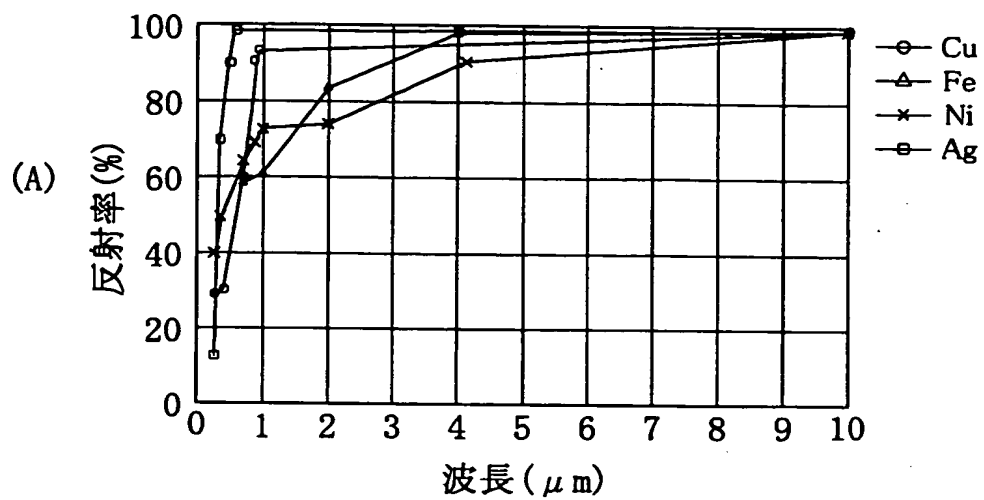


【図 3】

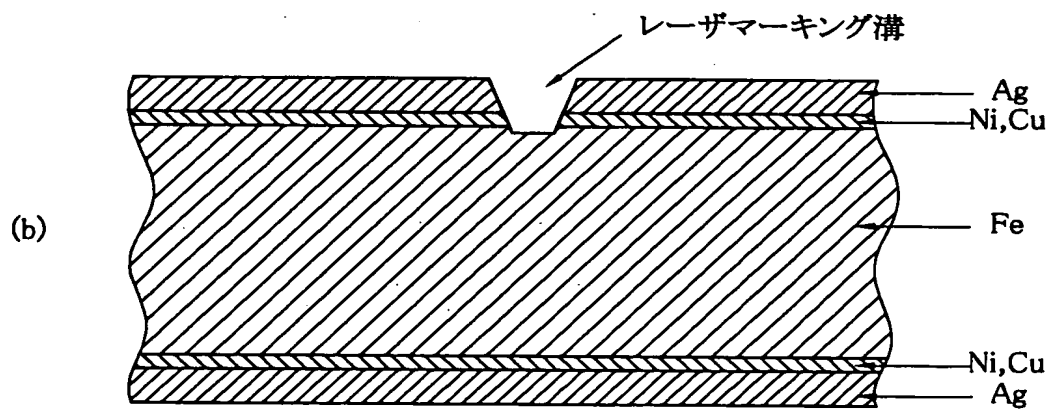
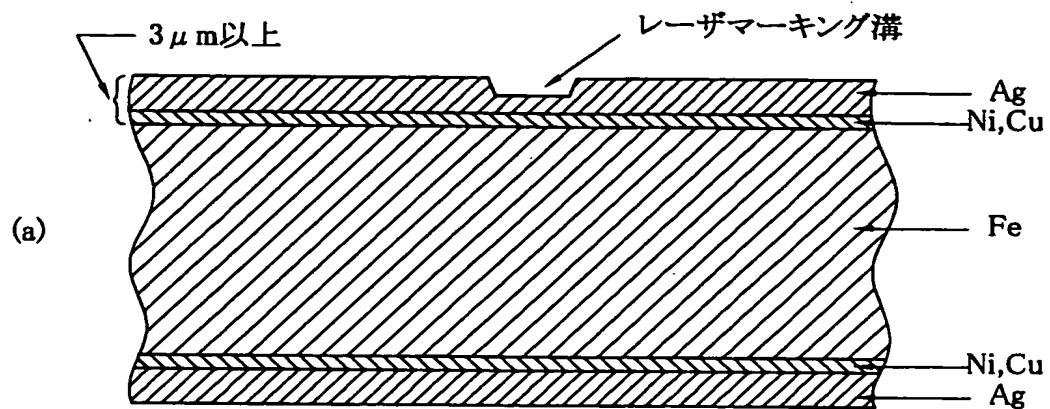




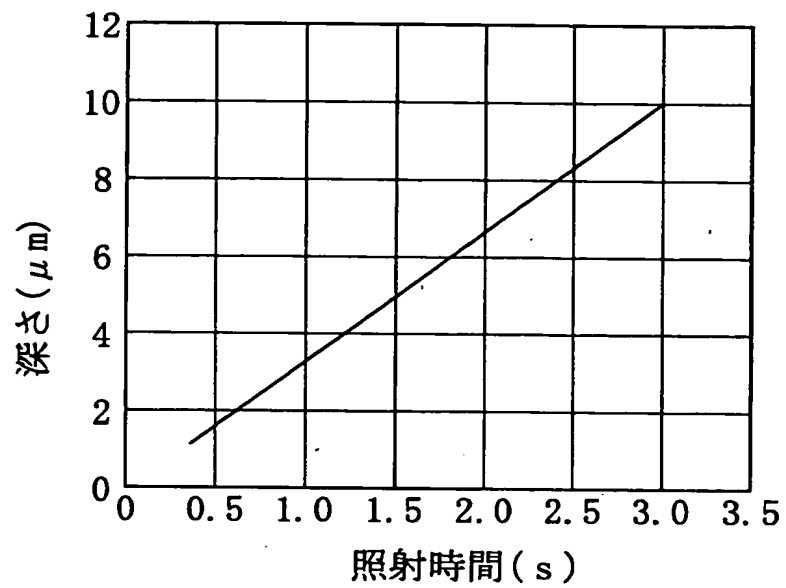
【図 4】



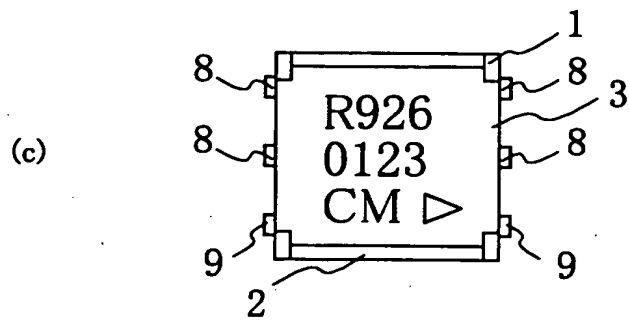
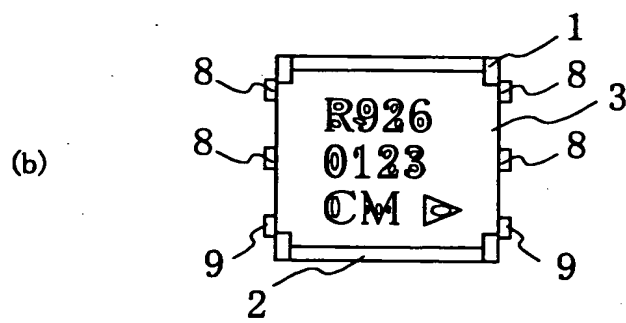
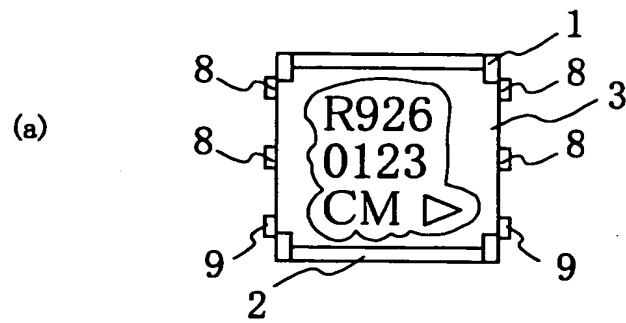
【図 5】



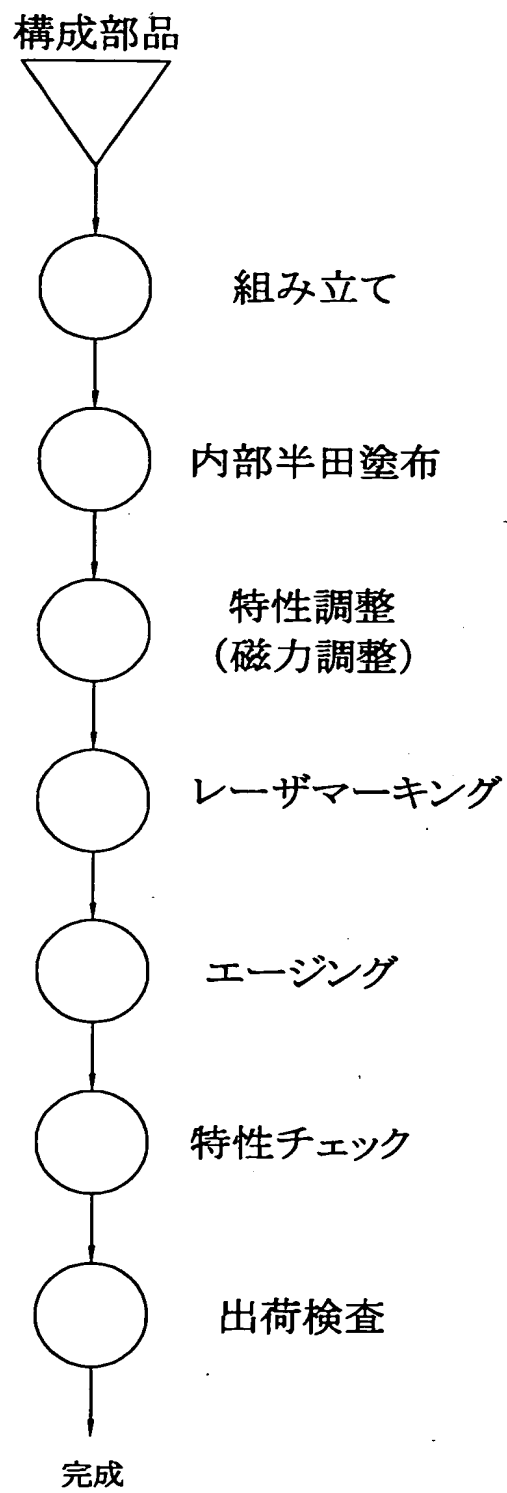
【図 6】



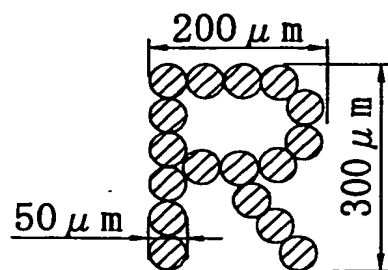
【図 7】



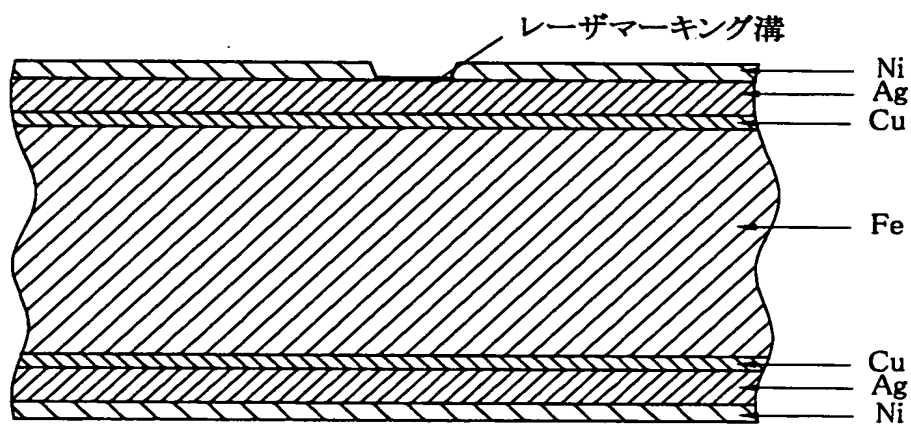
【図 8】



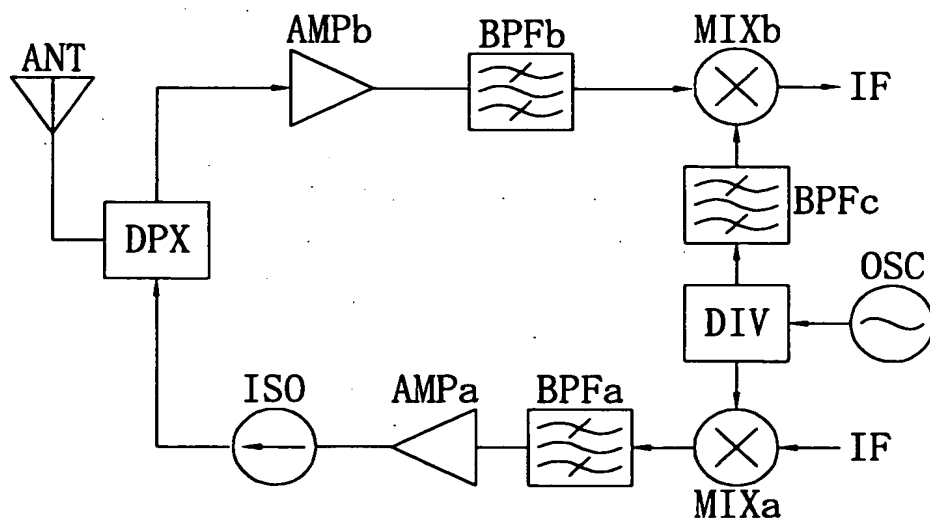
【図 9】



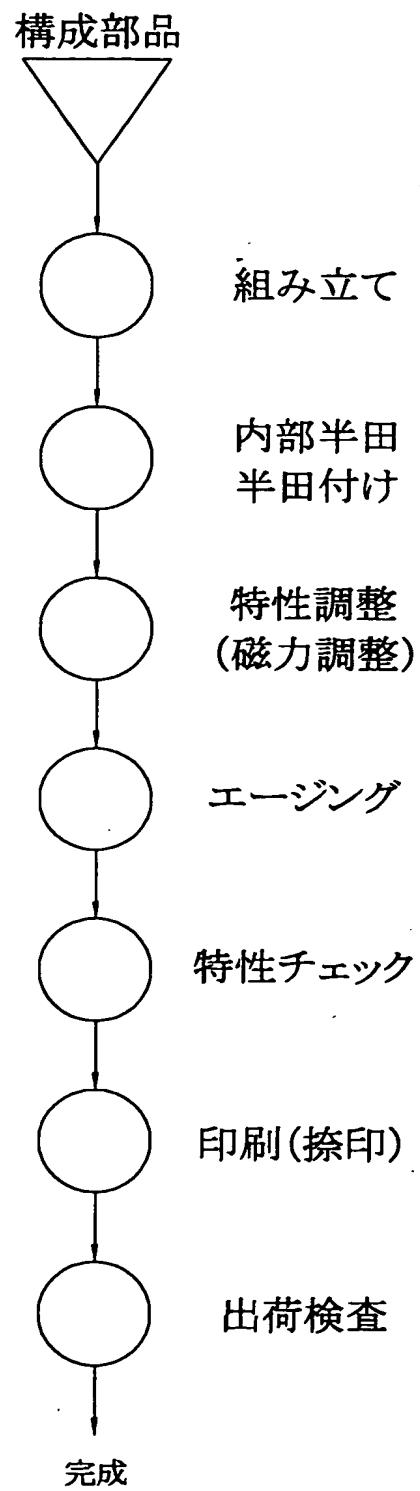
【図 10】



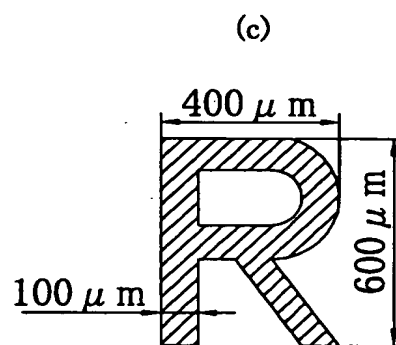
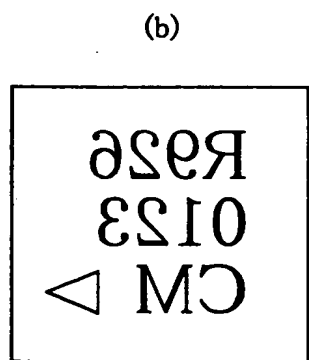
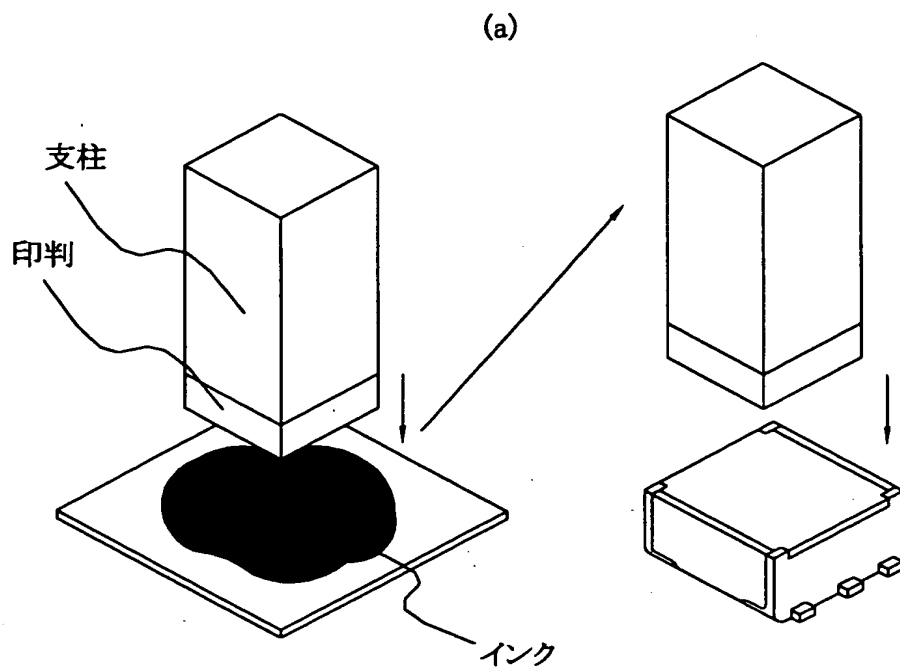
【図 11】



【図 12】



【図 13】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表面に鮮明なマーキングを施した、小型で高信頼性の非可逆回路素子を安価に製造する。

【解決手段】 非可逆回路素子の構成部品を組み立てた後、半田接合部に半田ペーストを塗布する。次に、永久磁石の磁力調整を行い、金属ケースの表面にレーザー光にてマーキングを行う。次に、非可逆回路素子を加熱することにより、半田接合、永久磁石の熱エージング、およびマーキング汚れの除去を同時に行い、特性チェックした後に出荷検査する工程を経て、非可逆回路素子を製造する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所